

## 次世代の技術者と社会

大橋秀雄

### 1. まえがき

日本工学教育協会の50周年記念大会で、特別講演の機会を与えていただき大変光栄に思います。これから1時間いただいて「次世代の技術者と社会」という題でお話しさせていただきます。中身としては、先ず「技術者とは何か」という問題を考え、次に「技術者資格の位置づけ」、「基礎教育と資格との関係」と続けて、最後に「容易ならざる世紀、21世紀を前に」という順でお話しいたします。

21世紀の開幕を間近に控えた1999年の6月、ハンガリーの首都ブダペストで世界科学会議 World Conference on Science が開催されました。主催者は国際機関であるユネスコと、NGOである国際科学会議 International Council for Science (ICSU) の二つで、20世紀における科学の役割を総括して、新世紀へ向けた新たな展望を描き出そうとする会議でした。

世界科学会議とそれを主催した国際科学会議は紛らわしいので、後者をこれから略称 ICSU で呼ぶことにします。ICSU は、25の国際学術連合(国際純正応用化学連合 IUPAC、国際理論応用力学連合 IUTAM など)と、70を超す各国の科学アカデミーが加盟している国際団体で、一昨日の吉川弘之日工協会長の記念講演でも紹介されているように、まさに世界のサイエンスコミュニティを代表する組織であります。日本は、日本学術会議が国を代表して加盟しています。現在吉川会長は、日本学術会議会長、ICSU 会長も兼ねており、まさに世界の科学者を代表して発言する役割を果たしていらっしゃると思います。

ICSU は NGO ですが、ユネスコはまさしく「世界のガバメント」です。その官民の代表が協力して世界科学会議を開き、155ヶ国から1500名を超える科学者や政策担当者が集まってきました。私も日本学術会議の代表としてこれに参加し、21世紀のサイエンスはいかにあるべきかと6日間にわたって延々と繰り広げられた議論を聞いてきました。

結果を簡単に言えば、20世紀の科学は、知識のフロンティアを追い続けた "Science for Knowledge" であった。これを、21世紀の人類が直面する様々な困難を解決するのに役立つ科学、すなわち "Science for Peace", "Science for Development", "Science for Society" に変えてゆくべきだというものでした。

科学は英語やフランス語の Science に対応する言葉

ですが、ラテン語の scio、知るという言葉が語源になっていますから、簡単にいえば知識 knowledge のことです。ドイツ語では Wissenschaft になりますが、これは wissen すなわち知ること抽象化した言葉で、科学とは何かをずばり表しています。

近代科学が誕生してまだ300年にもなりません、これまで「誰でも確認できる知識 verifiable knowledge」を人類共通の財産として蓄積してきました。ことに20世紀の後半には、DNA、ビッグバン、さらに技術へのインパクトが大きいトランジスタの発明などが相次いで、自然に関するものすごい知識の増大をもたらしました。それは、ただ単に技術の進歩を早めただけでなく、我々の世界観、人生観、生命観まで大きく変える影響力を持ちました。後世の歴史家は、20世紀の前半を戦争の時代、後半をサイエンスの時代として特色付けるものと思われれます。

しかしそのサイエンスも、なんとなく一つの曲がり角にきた感を否めません。例えば物理学を考えると、素粒子の研究がいくところまでいってしまっ、これ以上ビッグバンの瞬間に近づこうとすると、地球上の全電力を使ってもまだ足りないような加速器を作らなければなりません。そういう話になってくると、知識を追い求めるのに無我夢中になってきた時代はもうそろそろ限界じゃないか、そんな電力があったら、まだ電気の恩恵にも浴していない多くの人たちに回すことを考えたかどうか、という意見が当然出てくるわけです。21世紀は、ひたすら知識を追い求めることよりも、知識を使って目前の問題を解決する方向に価値をシフトする。これが "Science for Society" と表現される潮流の変化です。

世界科学会議では、日本の提唱もあって "Science for Peace" が採り上げられました。これまでどちらかというと、軍事が科学の進歩を促進する "Science for War" ではなかったかという自省から出ています。それを "Science for Peace" に変え、さらに貧困にあえぐ人々を救う "Science for Development" に方向転換して、人類が直面する問題の解決に貢献する。これこそが長い議論の総括だと私は理解しています。

世界科学会議は、以上のように格調高く21世紀の科学の方向を打ち出しましたが、世の中は実は思わざる方向に進んでおります。現実、今や "Science for Business" です。日本では科学技術基本計画が第2期

目に入りましたが、その目線も産業活性化に向けられています。科学は今や Business や Economy に追い立てられています。“Science for Innovation”、“Science for Business Incubation”、“Science for Competitiveness”、“Science for Intellectual Property”、そういうものに追い立てられるサイエンスが、今我々の目前に展開しています。わが国が置かれている経済の低迷から一刻も早く抜け出したいという国策の意図は十分理解できますが、果たしてこのまま進んで良いのかという疑問も晴れません。科学に対するほんとうの情熱が冷めてこないかも心配です。また、このままビジネスドリブンの科学技術競争が続いて行くと、富める国だけが先行し、貧しい国はますます遅れてきます。今でも大きい地球上の貧富の差が拡大する一方となり、これが地球規模の最大の不安定要因になることは間違いありません。

“Science for Society”で言っている Society は、自国だけの社会でなく、地球全体のグローバル社会を指しています。世界科学会議は、このことを忘れるなど警告しているとも受け取られます。

## 2. 技術者とは何か

世界科学会議では、各国科学者を代表して吉川会長を含めて 15 人が総会で基調講演を行いました。これに加えて、多くのセッションに分かれて合計 130 人ほどのスピーカーが意見を述べました。私は学術会議から派遣されて参加した責任上、全部とはいわないまでも、できるだけ多くの講演を辛抱強く聞いてみました。聴衆は、科学技術政策担当者を除けばいわゆる理工系の人たちで、日本流でいえば、理学部、工学部、農学部、医学部関係者を網羅しています。

そういう中で、一体スピーカー達は、聴衆にどういう言葉で呼びかけるのかと注意して聞いていました。一番多いのが、何と “Scientists and Engineers” なんです。また Science が単独で出てくるよりも、Science and Technology と対になって出てくるのが圧倒的に多かったのも印象的でした。こういう言葉で呼びかけられると、私は時にはサイエンティストであるとしても素性はエンジニアですから、両方とも素直に受け止められます。しかし例えば私のとなり座っているお医者さんが、俺はドクターでエンジニアではないと、怒るかと思ったら、違和感なく聞いているのにびっくりしました。

あとで、工学系以外の参加者（ほとんどが大学の先生）にどう思って聞いたのかと尋ねてみたら、自分はサイエンティストだと思って聞いていたというのが大部分でした。大学病院の先生方が、研究室は別として病室でも科学者だと思って治療に当たっていたら、

患者はモルモットのようなもので心配でたまりません。ひとたび患者と向かい合えば、先生たちは科学者でなく医者ドクターでなければならぬはずで、工学部で普段は研究者として振る舞っている先生方も、ひとたび設計図の前に立てば、その製品が社会に及ぼす影響に対して責任をもつ技術者の立場に変わらなければならないのと同じことです。

このような体験を出発点として、技術者とは何かを考えてみましょう。日本技術者教育認定機構 JABEE は、当然ながら、技術者教育が対象とする技術者とは何かを最初に考えました。その考え方が、図 1 にまとめられています。

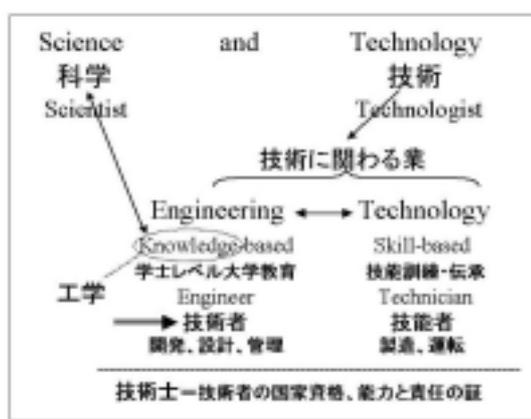


図 1 技術者とは何か

誰でも確認できる知識の体系を科学とすれば、技術 Technology は近代科学の成立以前から人類の歴史と共に存在し、文明の核となってきました。ピラミッドの前に立つものは、その壮大な建造物を築いた 5 千年前の技術の高さに息をのみます。似たような経験をお持ちの方は、たくさんいらっしゃることでしょう。科学は現象の中から知識を掘り出すことに価値があり、技術は目的実現のために人知の限りを尽くすところに価値があります。

知識を求める人が科学者 Scientist であるとする、技術を担う人が Technologist になりますが、これには適当な日本語がありません。技術に関わる「業」には、その性格に応じて Engineering から Technology まで広がりがあります。Engineering は、少なくとも学士レベルの科学知識とその応用力を中核能力とする技術業であり、それに従事するものが Engineer と呼ばれます。JABEE がいう技術者とは、この Engineer に対応するものとして位置付け、技術的な仕事をしているものといった曖昧な定義とは一線を画しています。一方、伝承と訓練によって得られる技能 Skill を中核能力とする技術業が Technology ですが、それに携わるものが技能者 Technician と呼ばれます。Technology は、技術一般を指す場合と技能ベースの技術業を指す

場合があり、前後の文脈からそれを識別する必要があります。

技術者と技能者は、求められる中核能力に違いがあるだけで、上下に位置するものではありません。技術者は、開発・設計・管理など知識の応用に向いており、一方技能者は製造・運転など身体的スキルを要する仕事に向いています。困難な技術に立ち向かうには、どちらも欠かすことができません。

これまで Engineering は工学と訳されてきましたが、実は Engineering の基盤となる科学知識 Engineering Science が工学であることに気がきます。Engineering は「学」を基盤とする「業」ですが、それを学そのものと錯覚して工学と訳してきたことに根本的な誤りがありました。JABEE は、工学教育でなく技術者教育を対象とすることで、本来の Engineering Education に戻すことを意図しています。

技術者の一般的定義は上述の通りですが、技術者は業務に対する個人の能力と責任の証として資格を取得することができます。わが国では、技術者一般に対する国家資格として技術士 Professional Engineer (PE) が制定されており、それを取得すると APEC Engineer などの国際技術者資格を容易に取得できます。技術者がグローバルに活躍する時代に入りましたので、技術者資格を持つことの重要さが一段と増してきました。

くどいようですが、科学者と技術者は別物であり、そこに従属関係など全くないことをもう一度強調いたします。理学部の先生が「工学部は、我々が見付けた科学知識の応用問題をやっているに過ぎない」と言うのを聞いてカリカリした経験を持った方は多いでしょう。自然科学の知識や法則は、現象の観測を通じて find することだけが許されており、自分で創り出すことはできません。変にデータ捏造したら、これは大スキャンダルになります（笑）。

技術者は反対に、知恵を絞って create するのが仕事です。かつて人類が見たこともないような人工物や人口システムを新しく作り上げることに情熱を燃やします。科学知識は、そこでは素材となる煉瓦のようなもので、その並べ方にこそ価値があるのです。

科学者は Joy to find に駆動され、技術者は Joy to create に駆動されます。技術者は、創造の過程でさまざまな発見に遭遇するチャンスに恵まれています。その獲物を逃がさなければ、科学者をあっと言わせるような科学への貢献も可能ですから、技術者は大いに自信を持って進みましょう。

以上のように、JABEE は JABEE なりに科学者と技術者の役割を整理してきましたが、まだ科学者になんとか引け目があります。それは、科学者には新しい知識を人類共通のストックに加えようとする崇高な

イメージがあるからです。それに比べると技術者には、発明による利得を独占しようとする現世的イメージがどうしてもついて回ります。

しかし現代の科学者は、実はほとんどが知識の探求を仕事として糧を得ている労働者で、その意味では技術者と変わりません。知識の探求を業とするものには、古くから研究者という言葉があります。研究は、英語では research、ドイツ語では versuchen ですが、両方とも同じで探し求めるという意味です。探し求める対象は、何も知識だけに限らず、ノウハウも入るでしょうし、スキルも入るかもしれない。したがって、研究者 Researcher は自然科学以外の広い分野にも適用可能で、科学者よりも使いやすい言葉になります。我々技術者は勿論のこと、医者でも、弁護士でも、芸術家でも、何か新しいものを追求める限り研究者になれます。日本学術会議は、法律によって科学者を代表する機関と位置付けられていますが、実は時々、その科学者を研究者にすりかえて使っています。全国 73 万人の科学者の代表と称していますが、実はその数は、大学や研究所などで働く研究従事者の数から割り出した数になっています。

さて、世界科学会議における体験から、大学の先生方は、所属する学部に関わらず、みな自分をサイエンティストと思っていることがはっきりしました。すると、サイエンスが対象とする知識というのは、何も理学部的な自然に関する知識に止まらず、もっともっと広いことが分かります。では我々工学部の研究者は、技術者としてではなく科学者として、どんな知識を探そうとしているのでしょうか。この問題を考えるために、私は図 2 のような絵を描いてみました。



図 2

おじさんが二人、望遠鏡を覗いて星の観測をしていました。左のおじさんは、今まで誰も見たことがないような明るく輝く超新星 Supernova を発見して、「超超新星だ!」と叫んで興奮しています。この発見を通じて天文学の一章を書き換え、場合によっては物質とエネルギーの認識に新局面を開けるかも知れないと胸を躍らしています。

もう一方の右のおじさんは、7という記号が輝いて見える不思議な天体を発見しました。「セブンスター？すごい広告だ！」と驚きながらも、頭を捻ってその意味するところを考え込んでしまいました。

ところで皆さんは、どちらの発見に胸が躍りますか？自然科学に興味に限られている人だったら、当然左の発見です。右は、自然現象の範疇を超えています。なぜならば、記号は自然には存在しないからです。結晶程度の規則性は自然の中にも存在しますが、記号を作るという力は自然には存在しません。自然は乱雑を好むという「エントロピー増大の法則」に真っ向から反しているからです。記号を作ったのは、意志を持つ創造物であり、それも個体としてではなく、相当大きな集団の協調作業として成し遂げたと考えざるを得ません。その創造物 creature は何か、それがどのようにしてあの星の上に誕生し、どのような進化の過程を経て巨大な記号を描く能力を獲得したのか？彼らの社会はどんなものであり、どんな意図を持って記号を創り上げたのか？疑問は次から次ぎに湧いてきます。それらの疑問に答えようと思ったら、ものすごく深みがある研究が必要です。総ての過程は、勿論ミクロには自然法則に従って動いていますが、人間のように意志を持つ創造物が介入する過程の説明には、自然法則とは異なる知識の体系が必要です。



図3

この二つの例が典型的に示すように、科学は図3に示すように大きく二つに分けられます。左側は、自然を支配する法則を発見してその知識を体系化する自然科学で、法則科学ともいことができます。ここでは、あらゆる人為的なものが排除され、純粋に自然だけが対象となります。右側の科学は性質を全く異にしています。ここでは、人間の意志をいかに読み解き、また自分の意志をいかに発現するかが研究の対象となります。ナイル川河口で発見されたロゼッタストーンには、五千年前に使われたヒエログリフが刻まれていましたが、その意味を解読するには、シャンポリオンというフランス人の天才的知力が必要だったことは有名な話です。それを読み解く知識は、自然科学とは全

く独立した一つの立派な科学といえます。

人間は、その意志を記号や文字を使った「書かれたもの」として表現します。ギリシャ語では、前もって(pro)書いたもの(grammar)を programma というのですが、英語のプログラムがそれに対応します。最近では、プログラムがコンピュータープログラムとか教育プログラムとか、様々な意味で使われますが、すべて人為的に作られたものを記述しているという意味で語源から逸脱していません。シャンポリオンは、ロゼッタストーンに刻まれていたプログラムを解読したことになります。我々技術者が設計図を書くとき、それは創造しようとする意志を文字や記号を使って記述するプログラムといえます。医者が患者を診察して治療の手順を書き下ろしたとすれば、それもプログラムです。薬の処方箋などはプログラムそのものです。こう考えてくると、他人の意志を解読したり、自分の意志を発現したりするのはすべてプログラムを媒介としており、それに関係する知識の体系全体をプログラム科学と名付けることができます。

プログラム科学は、現在日本学術会議の副会長をしていらっしゃる吉田民人先生の発想になるものですが、科学を大きく二分するユニークなものです(詳細は文献1)。科学をこのように自然科学とプログラム科学に分けると、対象とする知識の特性に応じて、理学は前者に、人文学、社会学、経済学、法学、工学、医学、農学などはすべて後者に入ります。これは、文系と理系に分けたこれまでの区分に比べてはるかに論理的であり、また革命的でもあります。自然科学とプログラム科学の特性を、観測型科学と推論・設計型科学と表現することもできるし、自然主役型科学と人間主役型科学と表現することもできます。

Engineeringに「関係する」知識の体系を図1で示したように工学 Engineering Science と呼ぶと、その中味は何でしょうか。「関係する」を「必要な」と読み替えると、その中味は数学、物理学などいわゆる自然科学が大半を占め、それに設計学、制御学などのEngineering固有の学問が加わります。しかし「関係する」を「固有な」と読み替えると状況は一変し、自然科学は枠外に置かれて、Engineeringの根幹をなす設計、制御、最適化、製造、管理、運用などに関する知識体系が中心に座ってきます。一口に工学といっても、前者ならば自然科学とプログラム科学の複合体ですが、後者と割り切れれば、これは完全にプログラム科学に属します。工学研究者の研究の実体を考えると、ときに自然科学者であり、ときにプログラム科学者だと考えるのが自然でしょう。我々が、自然科学者だけではなく医学や経済学の研究者に親近感を覚えるのは当然ともいえます。

英語でただ Science というとき、それは自然科学 Natural Science を指します。それ以外の科学には、Social Science, Medical Science のように形容詞を付けます。単数の Science は自然科学で決まりですが、Sciences と複数ときは、自然科学以外の科学を包含することになります。アメリカ科学アカデミー National Academy of Sciences は、単複の区別を意識して使っていますが、総ての学術を網羅している日本学術会議 Science Council of Japan は、誤解を受ける英文名となっています。

### 3. 技術者資格の位置づけ

日本には240万人の技術者がいるといわれていますが、これは国勢調査の結果から来ています。工学系の大学卒業生数を累計してみるとほぼ似た値が出ますから、ある程度信頼できる数だと思っています。240万は技術者のトータル数ですので、その内訳を考えてみましょう。

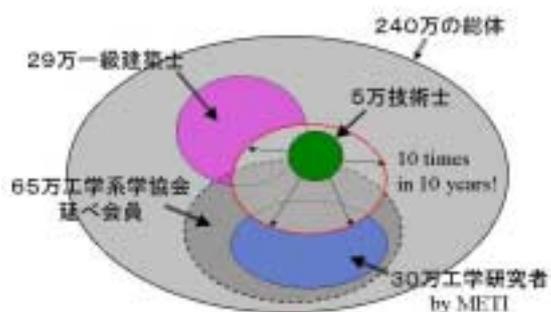


図4 240万技術者の内訳

先程のご紹介のように、私は日本工学会の会長をしています。これは100を超える工学系学協会の集合体で、その延べ会員数は65万人に達しています。もちろんダブルで会員になっている人が多くいますから、その実数を把握することは難しく、平均して二つの学会に入っているとすることで、実数は30万人程度に減ってしまいます。

一級建築士をお持ちの方は、29万人もいらっしゃいます。これも大きい集団で、一級建築士が全部日本建築学会に入ったら、日本建築学会はたちまち世界最大の学会になってしまいますが、まだ3万数千人の会員しかいません(笑)。建築のプロでも、学とは関係ないと考えている人が多い証拠です。

国家資格である技術士の数は、最近ようやく5万人を突破しました。2001年の改正技術士法施行以来急激に増えていますが、10 times in 10 years を目標に、10年以内には日本のPEの数をアメリカやイギリス並に増やすべきだと考えています。技術士は技術のプロですから、学協会の会員とかなりの部分がオーバーラップしているはずですが。

経済産業省の調査結果によると、工学研究者が約30万人いるそうです。この30万人は、みな研究者ですから当然学協会会員と重なっているでしょう。

我々が技術者教育を考えると、本来は240万技術者をすべて対象として考えるべきですが、自分の能力向上に継続して意欲を持ち続けている方は、残念ながらその一部でしょう。その数は、学協会加入者の数から推定すると30~50万人と思われる。日本技術士会は、技術士を対象とした継続能力開発に取り組んでいますが、この場合は対象が限定できて、活動的を絞ることが容易になります。

国	アメリカ	イギリス	ヨーロッパ大陸諸国(独、仏、蘭など)	日本
対象資格と総数	PE 約40万人	CEng 20万人	Dipl.-Ing. and equivalent ドイツ80万人ほか	技術士 PE-JP 5万人強
	EMF International Engineer		Eur Ing	APEC Engineer

図5 技術者資格の国際比較

ここで、技術者資格の問題に話題を移し、国際比較から始めたいと思います。図5には、アメリカ、イギリス、ヨーロッパ大陸諸国(ドイツ、フランス、オランダなど)、日本について、対象となる技術者資格とその総数がリストアップされています。アメリカのPEは約40万人、イギリスのCEng (Chartered Engineer)は20万人いますが、イギリスの人口はアメリカの4分の1ですから、4倍すると80万人に相当します。イギリスがいかに資格を重視する国であるかが良く分かります。

ヨーロッパ大陸は、ちょっと事情が違ってきます。あとでお話するように、学位がそのまま技術者資格になっていきます。ドイツのDiplom-Ingenieur、フランスのDiplôme d'Ingénieurは、それぞれ大学卒業の時にもらう修士相当の学位ですが、これが即技術者資格として通用します。従ってその数は卒業生数と等しいはずですが。

日本には技術者の一般的資格として技術士がありますが、最近ようやく5万人を超えました。こういう各国独自の資格の上に、最近地域的な資格や国際的な資格が出てきました。ヨーロッパ全域で広がっているEur Ingがはしりですが、昨年からはAPEC Engineerが始まりました。日本でもすでに2千人の方がAPEC Eng.の資格要件を満たしていらっしゃいます。このほか、グローバルに通用する技術者資格を狙って、国際技術者組織 Engineers Mobility Forum が International Engineer という資格を作ろうと準備を進めてきましたが、まだ機は熟さないようです。なお、各

国独自の資格を相互に承認する二国間あるいは多国間協定を結べば、自国の資格が他国で通用する仕組みは国の政策次第で比較的容易に作れます。

さて、このような技術者資格が各国でどのように位置づけられているか比較してみましょう。まずアメリカでは、PE をライセンスと意識している人が多いようです。アメリカでの捉え方は「特定の技術業務を行ううえに必要な免許」で、仕事に法的な責任を負う場合には必要だと考えています。運転免許がないと自動車の運転ができないのと同じですね。この位置づけからも、特に公共事業との関係が深い土木や構造の分野に PE が偏在する結果となっています。

これに対してイギリスでは、資格を女王陛下のお墨付きという感じの勅許 Charter と位置づけていますし、ヨーロッパ大陸では免状 Diploma の扱いになります。

ヨーロッパの捉え方は、ライセンスと大分違います。高等教育レベルの十分な基礎教育を受け、設計・開発など技術にかかわる高度な業務を遂行できる能力の証が Charter であり Diploma なのです。従って技術のプロを志すものは、基本的に資格を取るという意識でいますから、分野ごとの偏りもアメリカに比べてずっと少なくなります。イギリスでは、認定された技術者教育を修了したものの約半分が CEng を取得しますから、まさに技術者の基本資格の役割を果たしています。

さて、我々はどうでしょうか。日本は技術士という資格をどう位置づけるのか。アメリカ式にするのかヨーロッパ式にするのか。これは極めて悩ましいところがあります。

ここで、皆さん方があまり意識しておられない、しかし極めて重要な文書をご紹介します。1998 年の 12 月 17 日付けで、日本学術会議の吉川会長が「技術者教育の認定制度及び技術者資格問題に関する日本学術会議会長談話」を公表しています。新聞であまり報道されませんでしたから知っている人は少ないのですが、ご紹介の価値は十分あります。

談話は「現代を特徴づける最大のものは環境の人工化である」という大変魅力的な書き出しで始まっています。そして、「技術者とは組織の中の一要素として従属する者でなく、社会の中で主体的に振舞う行動者として位置付けることが必要となる」と格調高く続いてゆきます。そのあとで、「社会の中で主体的に行動し、従って技術的状况に責任を持つものへと技術者が変化を遂げるとき、技術者の新しい社会的定義が不可欠となる。このことが、技術者が社会的に認知された資格を必要とすることの本質的根拠である」と、資格が必要とされる根拠を述べています。さらに、資格を持つものの資質についても「専門における技術知識や信頼性に精通し、競争力ある独創的製品を創出するのは勿

論のこと、その技術の社会的意義、倫理性、他技術との関連、相乗効果、そして環境、エネルギー、資源、人口などの、人類が抱える重大な課題との関連を深く洞察する能力を持つ」と規定しています。

我々は、日本の技術者資格はこの談話に沿うものでなければならないと考え、技術士法の改正にあたってそれを実現すべく努力しました。日本工学教育協会の副会長を務めている小野田武さんと私が、揃って技術士法の改正を審議する技術士審議会に加わることができましたので、この点は多いに主張したわけでありませう。そして、JABEE の認定との関連付けを含めて、我々の主張が幸い大筋認められました。

技術士法の改正を承けて、日本の技術士の位置づけはかなり変わりました。その変化は、目を追って浸透してゆくと思われませう。技術士資格が名称独占 Register であることに変わりはありませんが、従来は Consulting Engineer と訳してきたように、特化された分野で高い専門能力を持っている証とされてきました。土木など限られた分野では免許的機能を果たしていることもあり、半数以上が建設部門に偏在する結果となっています。

改正後は、技術者の一般資格と位置づけられ、英語名も Professional Engineer と変わったわけだ。それに求められる資質も、先に紹介した学術会議会長談話の線に沿っており、その帰結として公益確保の責務や継続能力開発 CPD (Continuing Professional Development) の責務が追加されました。仕事を通じて社会に対する強い公的責任を負うものとして、技術士に求められる当然の倫理といえませう。このような変化を踏まえて、これからは技術士の量的拡大と活用の強化が急務になってきます。

技術者資格を持っている人が、社会からどのように認識されているかについて、再び国際比較を試みてみましょう。アメリカは実力主義の国ですから、資格があるからといって安泰としてはられません。技術者の能力の証は、評価の高い大学教育、業務経歴と実績、精選された CPD 記録で、それらを総合してマーケットの評価が決まると考えています。とくにハイテク分野ほど PE の影が薄く、PE は必要な人がとればいいと割り切っています。まさにドライな世界です。

これに対して、ヨーロッパの認識は根本的に違います。技術者資格は、社会的地位と権威の源であり、生涯を通じて誇りと責任を持って働くために不可欠なものとして捉えています。ここには、ヨーロッパの階層社会あるいはギルドの伝統を受け継ぐ歴史的背景が認められます。まさにステータスの象徴ですから、技術者たるもの基本的に資格取得を目指すことになります。

日本工学会は、今春アメリカとヨーロッパの技術者

資格を調査するために、アメリカにはアメリカ人、ヨーロッパにはフランス人を派遣して、それぞれレポートを提出していただきました。私は、アメリカの Mr. Finne とフランスの Prof. Angelino と対談して直接お話を伺いましたが、認識があまりにも対照的なのでびっくりした次第です。

アンジェリーノさんが「資格を持たない人なんて相手にされませんよ」と切り出すと、フィンさんは「資格があったって、マーケットで評価されなければお終い。要は実力です」と譲りません。

こういう中で、我々はどう認識すべきかが問われています。この認識も、いま大きな変革期にさしかかっています。これまで、技術者は組織を動かす歯車であるという認識はあっても、個人としての技術者、プロとしての技術者の認識は、本人にも社会に欠如していました。グローバル化、個人意識の高まりの中で、技術的専門性に加え、社会に対して公的な責任を負うことができる技術士に対する認知を一層高めることが是非必要です。アメリカ型モデルよりもヨーロッパ型モデルの方が、私には好ましく思えてきます。

#### 4 . 基礎教育と資格との関係

大学で行われる技術者の基礎教育と資格との関係も、国ごとに大きく違っています。アメリカでは、PE 免許の審査・交付が州ごとに行われ、FE 試験、実務経験、PE 本試験の3段階から成ります。基礎教育とPE取得との関連は、ABET 認定プログラムを履修中の学生は在学中にFE試験を受けられるという特典だけですから、まさに関係希薄型といわざるを得ません。

これに対してヨーロッパ大陸では、修士レベルの工科系大学を修了したものに与えられる学位が、そのまま技術者資格として認められます。なお教育の中には、半年程度の実務経験が包含されています。ですから、まさに教育即資格型になっています。

これに対してイギリスの方式はまた独特です。Engineering Council の委託を受けた専門技術者協会、例えば機械ですと Institution of Mech. Engineers が、分野ごとに教育認定 - 実務経験 - CEng 授与にわたる全プロセスを担当しています。まさに上流から下流まですべて協会に委任された一括請負型になっています。

各国ばらばらである中で、日本はこの関係をどうデザインすべきが大いに悩みました。文部科学省主管の国家資格である技術士は、基本的に一次試験、実務経験、二次試験の3段階からなり、学歴を問いません。二次試験の合格率は20%以下と極めて低く、教育軽視、試験偏重の選抜システムになっていました。これを少しでも改善しようと技術士法改正に当たって働きかけたのですが、学歴を問わないという一度与えた既得権

を撤回するのはきわめて難しいことが分かりました。そういう拘束の中で我々が唯一組み込むことに成功したのは、文部科学大臣が指定する教育課程の修了者には一次試験が免除されるという特例でした。これはJABEEの認定を意識してのことです。

ですから日本の方式は、教育と資格の弱いリンク型になっていて、アメリカよりは強くヨーロッパよりは弱い関係になっています。ですから米英折衷型といっていいかもしれません。だいたい我々が考えると、折衷案になってしまうことが多いのですが(笑い)、今回もそうになってしまいました。この選択に対して毀誉褒貶の嵐が起りましたが、もう決まってしまったのだから、この特例を大いに活用して教育と資格の両方にいい影響を与えるより仕方がないと思っています。

皆さん方は、それぞれ自分の専門に近い学協会に所属しておられます。日本工学教育協会自身も、まさに教育を専門とする学会です。専門学協会は、該当分野の科学を進歩発展させる学術団体 Academic Society としての役割と、会員の専門能力を高める専門職団体 Professional Society としての役割を兼ね備えています。その比重の置き方は、これまた国によってかなり違いがありますので、以下それを対比してみましょう。

アメリカの学協会は、名前としては Society of Engineers を名乗るところが多く、伝統的に会員技術者の能力開発にはきわめて積極的ですが、PE など資格への関与は薄いようです。むしろ、関連分野の研究交流の中心となって、科学技術の進歩をグローバルに牽引しようとする意気込みを強く感じます。全体として、学術団体と専門職団体のバランスが良く取れています。

イギリスの技術者協会 Institution of Engineers は、正会員の条件が CEng であることから、まさに資格を持った技術者の集まりであり、専門職団体の原型となりました。それが、教育から登録までの一括請負型に通じています。専門の分化が発達しており、現在36の協会が Eng. Council の委託を受けています。

ヨーロッパ大陸では、技術者資格が大学教育に委ねられているせいもあって、国ごとの専門職団体が未発達です。その結果、ドイツのVDI(ドイツ技術者協会)のような大集団が生まれ、技術者総体の弱い結合を図っています。このように、アメリカ、イギリス、ヨーロッパ大陸で学協会の役割が驚くほど違うことが分かります。すべて、それぞれの発展の歴史を負って現在の姿に落ち着いてきました。

そういう中で日本はどうかというと、従来から学会と称して Academic あるいは Scientific Society としての意識が強く支配していました。最近になってようやく Professional Society としての役割の重要さに気

付き始め、JABEE と一体となって技術者プログラムの審査を担当することから始まって、CPD に積極的に関与するところまで変わってきました。その結果、大局的には、学術団体と専門職団体のバランスが良く取れたアメリカ型に近付きつつあると見ています。まだまだ途上ですが、これからも継続して学会体質と意識の転換を進める必要があります。

#### 5. 容易ならざる世紀、21世紀を前に

21世紀の開幕と前後して、技術者としての私を立ちすくませるような二つの衝撃的な事件が起こりました。



図6 阪神淡路大震災

第一は、1995年1月17日に起こった阪神淡路大震災の衝撃です(図6)。将棋倒しの高速道路、崩れ落ちたビルの写真を前に、私は土木技術者でも建築技術者もないのですが、一人の技術者として申し訳ないという思いに突き上げられました。これはまさしく、人工物対自然との闘いにおいて、人工物が敗れたという厳粛な事実です。

私はすぐ、カリフォルニアで起こった地震の直後、崩壊した高速道路をバックに日本の耐震構造専門家が「アメリカではこんなになってしまったけれど、日本の高速道路は大丈夫です」と語っていたテレビのシーンを思い出しました。これでは、自然を甘く見ていると自白するのと同じ結果になってしまいました。

技術は、その限界を社会に明示し、リスクに関する社会的容認 - パブリック・アクセプタンス - を得る必要があります。人工物には必ず限界があります。その限界がどこかということは、今まではどちらかというように隠す方向できました。これからはそれをきちんと言う。言ってもなおかつその技術をアクセプトする社会、それを「技術リテラシー」がある社会といますが、そういう社会に変えて行くことは、我々の責任でもあり、社会の責任でもあると思います。このことを強く意識させたのが、最初の衝撃でした。

第二の衝撃は、こちらの方がもっと深刻ですが、昨

年の9月11日に起こりました(図7)。これは、地震の場合のような人工物対自然の闘いでなく、人工物対人工物の闘いになっています。1台のジェット機が、人間もろとも巨大なビルを崩壊させました。人工物対人工物の闘いは、これまでも沢山ありました。それは戦争です。近代の戦争は人工物同士の壊し合いですから、その意味では新しい衝撃ではありません。



図7 テロリズム

衝撃の真因は、「国家 vs 国家」の戦争から「国家 vs 個人」の戦争に変わったことでした。今回のテロは組織的に行われましたが、可能性として1人だっただけ起こせることでした。現に日本にも、個人がジェット機をハイジャックした例がありました。私が受けた衝撃を分析してみると、結局「技術は、国家並みに強大になった個人の悪意からどう防御できるか」という新しい課題に直面していることに気付いたからです。

科学技術の進歩がもたらす新しい知識や利便は、すぐ人類の共通財産となって個人に還元されます。いま私が使っているパソコンは、近くの量販店ですぐ手に入るようなものですが、その性能が、一体何年前の国家最強のスーパーコンピューターに匹敵するものか、大学のコンピューターの先生に訊いてみたことがあります。その答えは「20年から22年くらいじゃないですか」というものでした。要するに20年ほど待つと、かつて国家あるいは世界企業くらいしか所有できなかったスーパーコンピューターを、個人が持てるようになってしまうのです。

そのうち、炭素菌なんてちょっと家に帰って作ってみようとか、いたずらに原爆か水爆でも作ってみようとか、そんな時代が来ないとはいえません。むしろ来ると予想の方が自然でしょう。

そういう時代をすぐ目の前にして、我々技術者はどうしたらいいのか。これは大問題です。国力を挙げて築いたサイバースystemだって、一人の天才ハッカーに破られるかもしれません。考えてみると、これまでの技術は、悪意の個人による濫用に対してほとんど無防備でした。我々は、オプティミスティックに善意の

ユーザーだけを念頭に置いてきました。これからは、悪意の個人による濫用から防御するということが、技術が備えるべき重要な機能になってきたことを、今回のテロを機に痛感した次第であります。まさに、容易ならざる時代が目前にあります。

ここにいらっしゃる大部分の方は、科学技術の進歩に対して肯定的な考えをお持ちだと思います。しかし、一般の市民を対象として科学技術の啓蒙をはかる公開講座のようなものを開きますと、必ず「科学技術の進歩は悪だ」、「何故そんなに急ぐのか」と、アンタイ・サイエンスないしはアンタイ・テクノロジーの意見を述べる方がいらっしゃいます。いうまでもなく、科学技術の進歩には「プロ」賛成と「コン」反対の両方があります。

その「プロ」は何といっても、この有限の地球上で人類が共生する可能性を広げることにあります。実は人類だけではないのです。生物多様性なしには人類が生きられないわけですから、多様な生命が共生しなければなりません。科学技術は、直面する問題を解決して人間の尊厳を守る最強の手段であると、これは自信を持っていえます。

しかし、やっぱり「コン」、マイナスの面があることを否定できません。個人の力を限りなく強化して、おびただしい数の「ダースペーダー」を生み出す可能性を持っています。Darthvader、ご存知の方が大部分だと思いますが、これはスターウォーズに出てくる帝国軍の総司令官、悪の象徴であります。21世紀の彼方にスターウォーズの世界が待っているとすると、私はちょっと元気をなくしてしまいます。

科学技術の進歩は、安定して平和な社会と共存しなければなりません。さもないと、凶器と狂気（笑い）に満ちた社会がやってきます。科学技術に関わるものは、望ましい社会の姿をいつも心に描きながら、臆病なくらい堅実に歩を進めなければなりません。科学技術を推進するものにとって、単に「プロ」の立場だけ考えて謳歌してられる時代は去りました。「コン」の問題にも積極的に立ち向かう気構えと勇気が必要です。いま私は、この気持ちを強く持っています。

さて、21世紀に対するこんな時代認識を持ちながら、これからの技術者とその役割を考えてみましょう。これから、ますます知識社会、知価社会の色合いが強まるなかで、あらゆる面で知的プロの活躍の場が増えますが、知的プロの一員として技術者も例外ではありません。技術者は、グローバルには持続的社會への移行を支える必要がありますし、ドメスティックには、日本という国が安全で、そこそこに豊かで、心が和む、ダースペーダーを生まないような社会にしてゆくために貢献しなければなりません。

そのためには、技術は社会の中に置かれている状況から評価される必要があります。自動車を例に取ってみると、性能がいい、パワーが出る、カーブを良く曲がる。それだけで評価する技術者では駄目で、その自動車が街に出て、渋滞を起こし、事故を起こし、排気ガスを放出し、社会に様々な影響を与える。そこまでの状況をすべてイメージして、トータルで評価できる力を技術者自身が持たなければなりません。このような能力は、一気に育成できるような生やさしいものではありません。学部教育、大学院の修士教育、あるいはCPDなど、多様な学習機会をニーズに応じて使い分けて、技術者は生涯にわたって段階的に進歩していく必要があります。

このことから考えますと、学部教育というのは技術者の基礎教育に徹することが大切で、細分化された学科の中に学生を囲い込むのでは、学生が不幸になります。工学部の教育を専門に分けるとしても、高々五つ以下の大分野に分ける程度が理想的でしょう。JABEEは審査分野の数が増えるのを極力抑えています。

工学院大学はアメリカの理工系単科大学 Harvey Mudd College と協力協定を結んでいます。その大学は学部教育に特化しているせいか殆ど知られていません。しかし、そこを卒業する学生は、有名な研究大学に次々に進学して大きく伸びています。その大学は、学部教育を Mathematics、Science、Engineering の3学科に分けていますが、Engineering 全体を1学科で教育しています。それで ABET の認定もきちんとクリアしています。そういう教育を受けた学生が、CalTech や MIT の大学院に進学して、その後高い研究能力を発揮していることを考えると、あんまり細かな学部教育をする時代は過ぎたと痛感します。

私は、冷戦が終結してグローバル化の奔流が始まった 1990 年代の始まり頃から、日本の社会が急激に変わり始めたことを痛感しています。その変化は、簡単に言ってしまうと、強い組織が個人を囲い込んだ時代から、強い個人が組織をリードする時代への変化で、個人と組織との関係がドラスティックに変わってきました。



図 8 個人と組織の関係

これまでの図式は、図 8 に示すように、個人が差し出す忠誠心と引き換えに、組織は生涯にわたる安定を保証しました。こういう依存関係の上に、日本的経営の特色である安定した雇用関係が成立してきました。しかし、この雇用モデルはグローバルな競争に生き抜くことはできず、今や完全に否定されています。

これに代わる新しいモデルは何でしょうか？私は、忠誠心に替えて個人が持つべきものは、雇用に値する価値・能力 - Employability - だと思います。雇用する側の組織も、固有の Expertise and Competence を保持して競争に生き残っています。組織は、自分の戦闘力を更に高めるために、ある人の価値・能力が Worth to employ であると判断すれば、採用に yes と言います。これだけですと、個人は一方的に評価されるだけで損ですね。しかし、今度は個人の立場から、その組織で働くことが、使い捨てじゃなくて自分自身の Employability をさらに向上させるのに役に立つか、働くに値する Worth working な場所なのかと、逆に評価します。

両方が yes といって始めてハッピーな雇用関係が成立します。お互いにいつまでも yes といい続けることができるように努力すれば、そこに安定した雇用関係が生まれます。こういう雇用モデルにこれから切り替えてゆかねばならない。そうするためには、先ず個人を強くしなければならぬ。それが総ての発想の根底にあります。

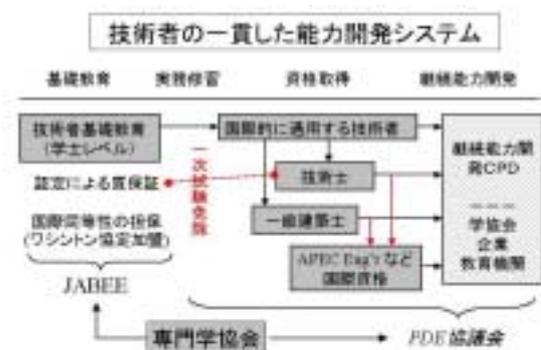


図 9

技術者に対してこのような雇用モデルを成立させるためには、そのためのインフラとして技術者の一貫した能力開発システムがどうしても必要になります。図 9 に示すように、最上流の基礎教育から始まって、実務修習、資格取得、継続能力開発 CPD と続きます。この一貫した流れの中で、JABEE が学協会の協力を得て、先ず基礎教育を固めています。認定によって教育の質保証をする帰結として、技術士の一次試験免除という形で下流側とのカップリングを成立させました。

基礎教育を終えたものは、実務修習を重ねながら国際的に通用する技術者に成長してゆきますが、途中の

適切な段階で、技術士を取ったり、一級建築士を取ったり、場合によっては APEC エンジニアなどの国際資格を取ってゆきます。

そして、資格の有無を問わずすべての技術者に対して、下流側に CPD があります。学協会、高等教育機関、企業などが、CPD プロバイダーとしてそれぞれの特色を発揮しながら、個人の継続的成長を援けるという役割を果たします。これによって、強い個人、強い技術者が生まれるインフラが出来上がります。

現在苦心して立ち上げを図っているのが、下流側をコーディネートする機能です。学協会、企業、教育機関、これらのプロバイダーが整合性と互換性のある CPD システムを運用しなければなりません。そのあたりの調整を目的として、これも学協会の協力を得ながら PDE 協議会という組織の設立を準備しています。(PDE=Prof. Development of Engineers)

JABEE の対象は、200 あまりの理工系大学で学ぶ学生とその先生たちですから、話は比較的ストレートに通じました。しかし、CPD を必要とする技術者の大部分は産業界で働いていて、何万、何十万という企業に分散しています。技術者一人一人と、企業サイドが揃って新しい時代の到来に気付き、強い個人を育てることが第一だという意識に目覚めないと、折角インフラを作っても役に立たないことになります。これからは、産業界との意思疎通に一層の努力を払って、いま築きつつあるインフラが十分活用されるような態勢に持ち込みたいと願っています。困難は十分認識していますが、皆さんご支援も宜しくお願いします。

これをもって終わりといいたします。長い間ご静聴有り難うございました。(拍手)

#### 文献

1. 吉田民人、「新しい学術体系」をめぐる一つの論点整理、学術の動向、7 巻 6 号、2002 年 6 月号、pp. 51-57.